



**Kandidatarbeten
i Skogsvetenskap**
Fakulteten för Skogsvetenskap

2020:3

Hur påverkas skogslevande myror av den introducerade contortatalen?

How are the forest-living ants affected by the introduced lodgepole pine?

Mattias Andreasson & David Karlsson

Kandidatarbete • 15 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Jägmästarprogrammet
Umeå 2020



Hur påverkas skogslevande myror av den introducerade contortatallen?

How are the forest-living ants affected by the invasive lodgepole pine?

Mattias Andreasson & David Karlsson

Handledare: Therese Löfroth, SLU Umeå, Institutionen för Vilt, fisk och miljö
Examinator: Tommy Mörling, SLU, Institutionen för skogens ekologi och skötsel

Omfattning: 15 hp
Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E
Kurstitel: Självständigt kandidatarbete i skogsvetenskap
Kurskod: EX0911
Program/utbildning: Jägmästarprogrammet
Kursansvarig inst.: Institutionen för skogens ekologi och skötsel

Utgivningsort: Umeå
Utgivningsår: 2020
Omslagsbild: David Karlsson

Nyckelord: *Pinus sylvestris*, tall, *Pinus contorta*, contortatall, *Formicidae*, myror, biodiversitet, boreal, skog

Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för skogsvetenskap (S)
Institutionen för skogens ekologi och skötsel

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Mer information om publicering och arkivering går att hitta här: <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

☒ JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

☐ NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.

SAMMANFATTNING

I Sverige finns det intresse för nyintroducerade träddarter inom skogsbruket s.k. exoter. Exoterna kan påverka skogens biodiversitet negativt. Syftet med arbetet är att undersöka hur exoten contortatall (*Pinus contorta*) påverkar myrpopulationerna i de boreala skogarna. Myror är en stor del av biodiversiteten på marknivå och därför viktiga att undersöka. Underlaget för arbetet är ett storskaligt långtidsförsök där contortatall och inhemsk tall (*Pinus sylvestris*) har planterats bredvid varandra i en parad försöksdesign. Där har myraktivitet på marknivå undersökts och jämförts med hjälp av fallfällor samt stackinventering. Arbetet gick ut på att undersöka artrikedom, abundans, stackar/ha samt stackvolym/ha. Stackvolym/ha och stackar/ha är nästan dubbelt så höga i *P. sylvestris*. Artrikedomen och abundansen är något högre i *P. sylvestris*. Trenden visar tydligt att det är mer av alla kategorier i *P. sylvestris*. Denna trend kan dock inte säkerställas statistiskt, då variansen var för hög. Den höga variansen beror delvis på myrornas rumsliga ojämna fördelning och för lite insamlat data. Sammanfattningsvis visar arbetet tydligt att det behöver göras mer forskning på området och det här arbetet kan ligga till grund för andra undersökningar om contortatallens påverkan på myror, och bistå med information som annars saknas.

Nyckelord: *Pinus sylvestris*, tall, *Pinus contorta*, contortatall, *Formicidae*, myror, biodiversitet, boreal, skog

ABSTRACT

In Sweden, there is a general interest for introduced tree species in the forest industry. Introduced tree species can affect the biodiversity in the forest in a negative way. The aim of this study is to evaluate how the introduced lodgepole pine (*Pinus contorta*) affects ant populations in the boreal forests. Ants are a big part of the biodiversity on the ground level and are therefore important to study. The base of this study is a large-scale long-term experiment plantation involving lodgepole pine and scots pine. The ant activity has been studied in ground level with pitfall traps and measuring nest density. The study compared species richness, abundance, nest density and nest volume per hectare. Nest volume and nest density were almost twice as high in stands with scots pine. Species richness and abundance were slightly higher in scots pine compared to lodgepole pine. There is a clear trend point towards higher levels in all categories in scots pine. Although there is not enough statistical significance, because of high variance. This is partially because of the ants' uneven distribution in the landscape and lack of sample data. Further research needs to be done in this field to investigate the effects of lodgepole pine in boreal forests.

Keywords: *Pinus sylvestris*, Scots pine, *Pinus contorta*, lodgepole pine, *Formicidae*, ants, biodiversity, boreal, forests.

FÖRORD

Vi vill tacka alla för deras insats för att hjälpa oss genom detta kandidatarbete, framförallt vår handledare Therese Löfroth som har gett oss information och sparat oss mycket arbete. Samt Hilda Edlund som hjälpt oss med statistiken.

Vi vill även tacka våra familjer för att de har stöttat oss genom detta arbete. Ett speciellt tack riktas till hunden Ricky och den eminente Bryggmästaren som har bidragit till att vi fått frisk luft och bollat idéer med.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Tabellförteckning	8
Figurförteckning	9
Förkortningar	Error! Bookmark not defined.
Inledning	11
1.1. Bakgrund	11
1.2. Syfte och frågeställningar	14
2. Metod och material	16
2.1. Försöksområdet	16
2.2. Myrinventering	17
2.3. Stackinventering	17
2.4. Statistiskt test	18
3. Resultat	19
4. Diskussion och slutsats	21
4.1. Diskussion	21
4.2. Slutsats	23
Referenser	24

Tabellförteckning

Tabell 1. Summering av antalet myror i fallfällorna.....	19
Tabell 2. Sammanställning av de statistiska testen.	20

Figurförteckning

Figur 1. Sveriekarta som visar var de 15 beståndsparen är lokaliserade (Roberge & Stenbacka 2014).....	16
Figur 2. Medelvärden för abundans, artrikedom, stackantal och stackvolym med 95 % konfidenseintervall.	20

Ordförklaring och artlista

Abundans – Mått på förekomst av en art. I detta arbete mätt i individer per fälla.

Satellitstack – En kolonistack. En stack som är släkt, men avskild från, med huvudstacken.

Pinus contorta – Contortatall

Pinus Sylvestris – Tall

Formica aquilonia – Nordskogsmyna

Formica polycтена – Kal skogsmyna

Formica lugubris – Hårig skogsmyna

Myrmica ruginodis – Skogsrödmyra

Camponotus herculeanus – Hushästmyra

Myrmica sulcinodis – Större rödmyra

Myrmica lobicornis – Mörk rödmyra

Formica lemani – Nordslavmyra

Leptothorax acervorum – Hårig smalmyra

Harpagoxenus sublaevis – Rostbrun rövarmyra

Formica truncorum – Stubbmyra

Lasius platythorax – Skogsjordmyra

1. INLEDNING

1.1. Bakgrund

Skogen är viktig för klimatet och kan därför hjälpa till att nå FN:s globala hållbarhetsmål, framförallt mål 13, bekämpa klimatförändringen, samt mål 15, Liv på land (United Nations n.d.). Skogen står för 69 % av Sveriges totala landareal, alltså 28,9 miljoner hektar. Detta innebär att Sverige är tvåa i Europa efter Finland i andel skogsareal (FAO 2015). Globalt sett, finns endast två procent av den boreala skogen i Sverige. Av dessa 69 % står produktiv skogsmark för 56 procentenheter, det vill säga en majoritet av arealen. Sveriges skogar är viktiga i både ekonomiskt och ekologiskt perspektiv. Dels har den en betydande roll för Sveriges ekonomi, och utgör dessutom är en stor del av världens export av träprodukter och förädlad material. Tio procent av världsmarknadens sågade timmers och pappersvaror kommer från Sverige (Skogsstyrelsen 2015). Det andra, det ekologiska perspektivet, är bevarandet av arter. Eftersom många av Sveriges arter befinner sig i skogar spelar val av trädslag en stor roll då många skogslevande arter under lång tid har anpassat sig efter de träd som växer där. I Sverige har trakthyggesbruk varit det dominerande sedan 1950-talet, alltså kalhyggesbruk. Trakthyggesbruk leder till att skogen aldrig hinner bli tillräckligt gammal för många arter. Det leder även till att majoriteten av skogen består av tall (*Pinus sylvestris*) och gran (*Picea abies*). Anledningen till det är att dessa två trädslag har varit av huvudintresse historiskt sett och trakthyggesbruk anses ha högre produktion än det ovanligare blädningsbruket (Skogsstyrelsen 2014). Detta i samband med ett föränderligt klimat som gör det möjligt att använda andra träarter som antingen växer bättre eller som kan vara tänkbara i ett framtidsperspektiv. Huvudintresset i det fallet är att binda så mycket koldioxid som möjligt för att försöka begränsa klimatkrisen. I dessa scenarion är det främst exoter som skogssektorn tänker på. Ett av dessa trädslag är contortatall (*Pinus contorta*). Detta kan emellertid leda till konsekvenser för den biologiska mångfalden.

Contortatall (*P. contorta*) kommer ursprungligen från västra Nordamerika, men har planterats i Sverige sedan 1920-talet. Då var det som ett experiment för att undersöka möjligheterna för att få en högre produktion än den inhemska tallen (*P. sylvestris*). På 1970-talet planterades *P. contorta* i stor skala i Sverige för att försöka förhindra en förutspädd timmersvacka som skulle inträffa på 2020-talet. Det var huvudsakligen två anledningar till att just contortatallen ansågs lämplig.

Den ena var att den beräknades ha en 30 % högre produktion än den inhemska tallen. Den andra anledningen gällde naturlig föryngring. Det var allmän konsensus att contortatall inte kunde föryngra sig naturligt i Norden. Denna uppfattning om föryngring bevisades emellertid vara falskt, efter att naturlig föryngring observerats på många ställen i Sverige. Emellertid är dock planteringen ett större problem än självföryngring. I dagsläget täcker *P. contorta* 600 000 hektar i Sverige och det planteras runt två miljoner contortaplantor per år (Skogsstyrelsen 2019).

P. contorta är därmed numera ansedd som en invasiv art. Invasiva arter är invasiva för att de uppfyller ett par kriterier. Det som alla främmande arter har gemensamt är att de är introducerade. Antingen medvetet eller introducerad av misstag eller spontant från ett grannland, och som kan sprida sig själv och då eventuellt göra skada på miljön eller ekonomin. Anledningen till detta är avsaknaden av naturliga fiender som leder till påverkan av ekosystem genom sin massförekomst (Naturskyddsföreningen 2017, Invasiva arter SLU). Det finns flera välkända exempel där införande av exoter har orsakat mycket skada på ekosystem och sprider sig. Ett av dessa är kudzu, en ärtväxt som klättrar. Den har sin naturliga utbredning i Japan. Kudzu planterades in i sydöstra USA som en trädgårdsväxt. Efter detta har kudzu spridit sig med en enorm hastighet och konkurrerar ut andra inhemska arter (Forseth & Innis 2004).

Kemiskt sett skiljer sig *P. contorta* från *P. sylvestris* (Ågren & Knecht 2001). Dessutom allokerar trädslagen sin tillväxt på olika ställen. Detta leder till att produktionen och nedbrytningen av förna skiljer sig åt. Därmed kan det i ett långt perspektiv påverka kollagret i jorden och näringsvärden. *P. sylvestris* har högre produktion av förna samt en snabbare nedbrytning än *P. contorta*. Contortatall har tätare kronor. Krontätheten leder till att det blir mindre ljusinsläpp på marknivå än för vanlig tall och påverkar därför markvegetationen. I de jämförelser som gjorts har det konstaterats att det generellt sett finns en tendens att contortabestånd har färre arter än tall. En studie visade att contortabestånd hade färre kärlväxtarter samt lavar. Vissa arter, som de skuggtåliga, kan förväntas att öka, medan de ljuskrävande kan förväntas minska. På landskapsnivå däremot bör inte trädslagsbyte från tall till contortatall ha så stor inverkan på biologisk mångfald. Däremot, om landskapet skulle bli contortapräglat blir det sannolikt lägre artantal (Engelmark (2011); Skogsstyrelsen 2009). Det är dock osäkert i dagsläget hur mycket contortatall påverkar den biologiska mångfalden i Sverige

Abiotiska och biotiska skador skiljer sig åt för de olika trädslagen. Omfattning på viltskador, såsom fejningsskador, är oklar. Det är däremot klarlagt att contortatall får mer angrepp av gnagare och insekter. Älgen äter emellertid mindre av contortatall än av vanlig tall. Skadorna som sker på contortatall är oftast snö- och vindskador. Generellt sätt är det samma barrätande arter som går på tall och contortatall, medan de bark- och vedlevande arter som normalt går på gran även ibland angriper contortatall. Detta har förmodligen att göra med att contortans bark påminner mer om granens än tallens. Fågelfaunan bedöms, på lägre andel av contortatall i landskapet, ha låg påverkan. Däremot ökar den negativa effekten kraftigt när andelen är någonstans mellan 10–30 % (Engelmark 2011).

Myror (*Formicidae*) ingår i ordningen steklar (*Hymenoptera*). Familjen *Formicidae* är liksom bin, humlor och getingar sociala, vilket innebär att de bygger stora samhällen. Flera av dessa är så kallade polygama (flera drottningar) samt polydoma (flera stackar per samhälle). I dessa polydoma system hjälper myrorna varandra i andra stackar. Detta leder till att de får ta del av varandras fördelar och det leder till bättre föryngring hos stackar som har rumsliga nackdelar. Avkommor från en stack kan ta sig till en annan stack för att där utvecklas till arbetare och då hjälpa till med insamling av resurser och mat. Hur stor den här hjälpen är beror på vad som bytts (Ellis & Robinson 2014; Ellis et al. 2017). Dessa samhällen är ofta fleråriga och kan ibland bli mycket gamla (Douwes et al. 2012). Insekter karaktäriseras av att de är tydligt uppdelade i 3 olika segment, huvud, mellankropp (thorax) samt bakkropp (Chinery 1988). Myror är en stor del av biodiversiteten på marknivå. Familjen *Formicidae* innehåller flera olika subfamiljer men det är bara *Ponerinae*, *Dolichoderinae*, *Myrmicinae* och *Formicinae* som finns i Norden. I hela världen finns mer än 12 000 beskrivna arter (Bolton et al. 2006). I Sverige finns däremot inte mer än 81 arter (Douwes et al. 2012).

En av huvudkällorna till myrors näringsintag är insamlingen av honungsdagg, en söt vätska som utsöndras som biprodukt av bladlöss (Novgorodova 2015). Bladlössen har speciella mundelar som liknar en snabel som de använder för att suga i sig de näringsrika vätskor som flödar i växter. Bladlössen utnyttjar dock inte all näring utan utsöndrar istället en del av det ur deras analöppning. Eftersom myror inte själva kan utnyttja denna näringskälla är många myrsamhällen beroende av bladlöss. Bladlössen utgör därför en länk mellan växter och myror. En del myrarter har ett intimt förhållande till bladlöss som liknar boskapsskötsel där myrorna håller bladluskolonierna vid liv genom att skydda bladlössen från rovdjur och flyttar runt dem till nya "betesmarker" (Douwes et al. 2012). Honungsdagg har dock låga näringsvärden och används därför mest som en energikälla. Över ett år kan mer än hundra kilo honungsdagg bäras till stacken. Bladlössen har alltså stor betydelse för myrorna.

Rent generellt kan alla myror i Nordeuropa kategoriseras i tre olika grupper. Denna kategorisering utgår ifrån hur aggressiva och territoriella de är. Den första gruppen är aggressiva och territoriella, i den här kategorin ingår till exempel *Formica rufa*-gruppen där nordskogsmysen (*Formica aquilonia*), kal skogsmys (*Formica polycetena*) och hårig skogsmys (*Formica lugubris*). Den andra gruppen är de som kontrar, de är aggressiva men inte territoriella. Den sista gruppen är de som visar underkastelse, de försvarar bara sina bon och är varken aggressiva eller territoriella (Savolainen et al. 1989)

När det gäller tempererade skogar anses *Formica rufa*-gruppen vara en så kallad ekosystemingenjör (Thunes et al. 2018) och de är även nyckelarter i de boreala skogarna och bergsskogar i Europa (Finér et al. 2013). En ekosystemingenjör är en art som påverkar habitat på olika sätt. De skapar, behåller, modifierar eller förstör habitat genom att påverka tillgången på kol och andel näringsämnen. De för kol och näringsämnen från marken till stacken och från stacken till marken samt från trädskronorna ner till stacken (Finér et al. 2012). I studien Thunes et al. (2018) konstaterade de att alla grupper, förutom lavar och sniglar, påverkades på

något sätt, antingen positivt eller negativt. En viktig detalj är att myror inte tycks använda barr från contortatall till byggandet av stacken då dessa är för tunga för att användas (Jon Andersson pers. komm).

Formica rufa-gruppen där *F. aquilonia* ingår har visats ha stor påverkan på andra territoriella myror och de som kontrar, exempel på arter är hushästmyra (*Camponotus herculeanus*) och skogsjordmyra (*Lasius platythorax*). De som underkastar (*Myrmica* spp. och *Leptothorax*) påverkas av närvaro från de andra två grupperna, alltså aggressiva. De kan dock samexistera eftersom de använder olika nischer. Förutom att *Formica* spp. äter mycket honungsdagg är de även rovdjur. Den näring de inte får i sig av honungsdaggen, främst protein, kan de komplettera med att fånga byten, framförallt andra leddjur. Bytesdjuren används framförallt för detta ändamål när de ska börja att föröka sig. De är även generalister och fångar byten i alla storlekar. Bland naturliga fiender ingår andra insekter, såsom rovskalbaggar, till exempel *Zyras humeralis*, samt fåglar. En fågel som är en utpräglad myrspecialist, både på vintern och sommaren, är gröngölingen (*Picus viridis*) som fångar myror på marken på sommarhalvåret och gräver ut puppor och vuxna myror ur stackar på vinterhalvåret (Rolstad *et al.* 2000). Även björnar, grävlingar och rävar äter myror och förstör deras stackar (Southern & Watson 1941; Swenson *et al.* 1999; Rybnikova & Kuznetsov 2015).

Det har gjorts studier på myror i bestånd av arten rödgran (*P. abies*), där det undersökts om olika myrarter påverkas om nordskogsmyra (*F. aquilonia*) är närvarande eller inte (Gibb & Johansson 2010; Gibb 2011; Johansson & Gibb 2012). Det har även gjorts ett examensarbete på området (Larsson 2015). Däremot har det inte undersökts om hur mycket *P. contorta* påverkar myrsamhällen i det boreala Sverige där *F. aquilonia* var dominant. Det hittades inte heller någon jämförelse mellan *P. sylvestris* och *P. contorta*. Därmed finns det en öppning att jämföra myror i bestånd av *P. contorta* och *P. sylvestris*. Det är också viktigt att undersöka hur myror påverkas av contortaskogar, eftersom det är känt från tidigare studier att vegetation, skalbaggar samt bladlöss påverkas av contorta, jämfört med tall.

1.2. Syfte och frågeställningar

Syftet med arbetet är att få in ett ytterligare perspektiv för att förklara hur *P. contorta* påverkar den biologiska mångfalden i det boreala barrskogsområdet på det norra halvklotet, men också att försöka täppa till ett kunskapsmässigt hål som finns inom detta område. Arbetet är en jämförelse av myrors sammansättning i *P. contorta* och *P. sylvestris*.

Genom arbetets gång har vi utgått ifrån följande frågeställningar:

- Hur påverkas myrors artantal och abundans av den introducerade contortatallen?
- Hur påverkas antalet stackar och dess volym av contortatallen?

2. MATERIAL OCH METOD

2.1. Försöksområdet

Studien genomfördes i norra Sverige mellan breddgraderna 62°20' och 64°35'N och längdgraderna 13°15' och 17°19'E på en höjd över havet av 329 - 616 m. Området ligger i det boreala skogsbältet och domineras i huvudsak av gran (*Picea abies*) och tall (*Pinus sylvestris*) där resterande trädslag utgörs av pionjära lövträd såsom björkar (*Betula spp.*) och asp (*Populus tremula*) (Roberge & Stenbacka 2014).

För studien användes redan existerande försöksytor som SCA anlade i forskningssyfte i slutet av 60-talet. Försöken består av 30 stora försöksytor fördelat parvis på 15 olika lokaler i en parad försöksdesign. Varje lokal består av två intilliggande planteringar av contortatall (*Pinus contorta*) respektive vanlig tall (*P. sylvestris*). Varje beståndspar planterades samtidigt på samma kalhygge för att säkerställa att yttre faktorer såsom hydrologi, jordart och topografi är så lika som möjligt. Medelstorleken för contortabestånden var $17,5 \pm 4,6$ (SD) hektar samt $19,6 \pm 12,5$ hektar för vanlig tall (Roberge & Stenbacka 2014).

Båda trädslagen planterades med barrotsplanter efter markberedning, i ett förband av 2,5 m. När myrinventeringen gjordes 2010 var bestånden 40 - 42 år och när stackinventeringen gjordes 2013 var bestånden 43 - 46 år. Bestånden har skötts som en vanlig produktionsskog enligt skogsindustrins normer inklusive röjning och gallring. Andra trädslag än contorta och tall som har självsått i bestånden har inte aktivt rensats bort.



Figur 1. Sverigekarta som visar var de 15 beståndsparen är lokaliserade. Koordinater hämtade från Roberge & Stenbacka (2014)

2.2. Myrinventering

För att mäta myraktivitet användes fallfällor i marknivå. Fällorna bestod av burkar med diameter på 67 mm och ett djup på 150 mm. Dessa var nedgrävda med öppningen i marknivå och var fyllda med glykol och en liten skvätt diskmedel. Glykol användes eftersom glykol inte avdunstar så snabbt och diskmedel tillsattes för att ta bort ytspänningen, så att myrorna kunde sjunka. Varje fälla hade ett 10 x 12 cm stort tak av metall för att skydda mot regn (Roberge & Stenbacka 2014).

Fällorna var utplacerade i permanenta provytor i rutnät anlagt av SCA i samband med planteringen. Totalt fanns 20 provytor per bestånd. I varannan provyta lades en fälla ut vilket resulterade i 10 fällor per bestånd. Varje provyta hade en träpinne i mitten. För att inte fällorna skulle påverkas av pinnen placerades de 1 m norr om pinnen, om inte möjligt, 1 m österut istället. Fällorna var utplacerade under perioden 3 juni till 2 augusti 2010. Fällorna vittjades efter 40 - 53 dagar men samtidigt för både tall och contorta i respektive lokal (Roberge & Stenbacka 2014). När fällorna samlats in räknades och artbestämdes samtliga myror.

Abundansen räknades ut genom att räkna alla myror oavsett art i varje fälla. Ursprungligen fanns det 10 fällor på varje bestånd, men vid inventeringstillfället hade en del fällor förstörts eller gick av annan anledning inte att räkna in. På grund av detta divideras antalet myror i hela beståndet med antalet fällor som det fanns tillgängliga data för, vilket resulterade i att enheten som används för abundans är antal myror per fälla, istället för antal myror per bestånd. Artrikedomen anges som det totala antalet olika myrarter som påträffades i hela beståndet.

2.3. Stackinventering

Inventeringen av stackarna gjordes genom att räkna alla stackar inom 5 m från transekter som gick genom bestånden. Detta resulterade i provytor bestående av 10 m breda bälten med varierande längd beroende på beståndets storlek. Höjd och omkrets mättes på alla stackar för att kunna räkna ut volym. Vid varje stack mättes grundyta trädslagsvis med relaskop.

Antalet myrstackar som räknades in från transekterna dividerades med ytan för transekten så att antalet stackar per hektar erhöles för varje bestånd. Volym av stackarna räknades ut genom att använda omkrets och höjd med hjälp av formeln för en klotkalott: där "a" är radien på bottenytan av myrstacken och "h" är höjden. Volymen per hektar räknades ut för varje bestånd och anges i dm^3 .

2.4. Statistiskt test

För att undersöka skillnaden i myraktivitet i de olika trädslagen granskades medelvärden parvis för de fyra variablerna abundans, artrikedom, stackar/ha och stackvolym/ha. För att se om skillnaderna var signifikanta gjordes ett statistiskt test på skillnaderna i medelvärden för de olika trädslagen. Eftersom proverna inte är normalfördelade användes ett icke parametriskt test av typen "Wilcoxon" i statistikprogrammet Minitab® Statistical Software (Version 18.1 för Windows). Eftersom de fyra variablerna egentligen vill svara på samma fråga, om det är någon skillnad i myraktivitet mellan *P. sylvestris* och *P. contorta*, var signifikansnivån tvungen att korrigeras. Detta gjordes genom att använda Bonferroni-korrigeringsmetod som innebär att signifikansnivån divideras med antalet variabler som undersöks. Signifikansnivån som arbetet utgår från är 0,05, som efter korrigering blir 0,0125.

3. RESULTAT

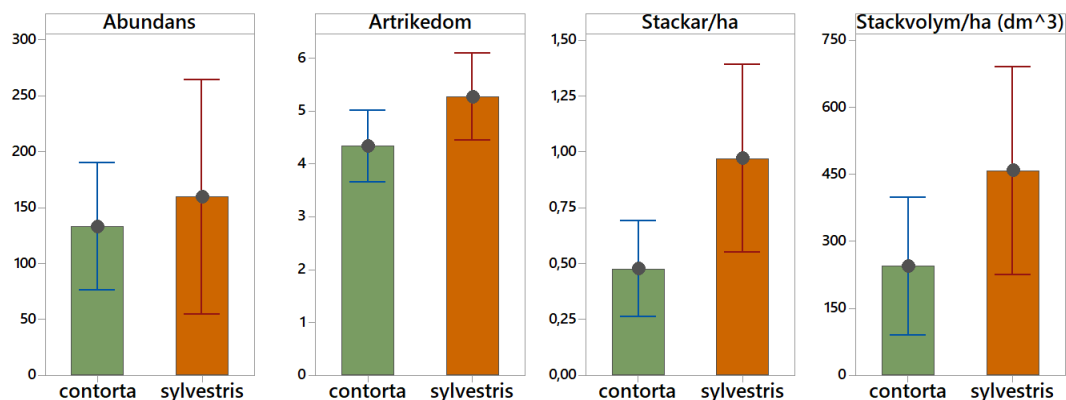
I fallfällorna hittades totalt 12 myrarter. Av dessa utgjordes 96 % av endast tre arter, *Formica aquilonia*, *Formica polyctena* och *Formica lugubris*. Alla tre ingår i släktet stormyror (*Formica*) och i artgruppen skogsmyror (*Formica rufa*-gruppen). Skogsrödmyra (*Myrmica ruginodis*) och hushästmyra (*Camponotus herculeanus*) påträffades i måttliga mängder men resterande arter påträffades sporadiskt i små mängder. De tre minst frekventa arterna observerades endast som enskilda individer. Om dessa tre arter räknas bort var det fler av alla arter i *Pinus sylvestris* så när som på en art, *Formica lugubris*, som var mer frekvent i bestånd av *Pinus contorta* (se tabell 1).

Tabell 1. Summering av antalet myror i fallfällorna

Myrart	Summa Contorta	Summa Sylvestris	Totalsumma
<i>Formica aquilonia/polyctena</i> *	12 675	19 575	32 250
<i>Formica lugubris</i>	3685	2854	6539
<i>Myrmica ruginodis</i>	547	796	1343
<i>Camponotus herculeanus</i>	66	170	236
<i>Myrmica sulcinodis</i>	8	52	60
<i>Myrmica lobicornis</i>	4	41	45
<i>Formica lemani</i>	13	31	44
<i>Leptothorax acervorum</i>	2	10	12
<i>Harpagoxenus sublaevis</i>		1	1
<i>Formica truncorum</i>	1		1
<i>Lasius platythorax</i>	1		1
Alla arter	17 002	23 530	40 532

* Eftersom *F. aquilonia* och *F. polyctena* är svåra att skilja från varandra har de räknats som samma art.

Samtliga fyra undersökta variabler visade på ett högre medelvärde för *Pinus sylvestris* jämfört med *Pinus contorta*. Provdatan visade sig ha en stor spridning som gör resultaten osäkra. För abundansen kan observeras ett aningen högre medelvärde för *P. sylvestris* (159,6) jämfört med *P. contorta* (133,1) men ett väldigt stort konfidensintervall. Även artrikedomen var något högre i medeltal i *P. sylvestris* (5,27) jämfört med *P. contorta* (4,33), dock med ett snävt konfidensintervall. I stackinventeringen observerades nästan dubbla medelvärden för både volym och stackantal. Båda med ett mycket stort konfidensintervall.



Figur 2. Medelvärden för abundans, artrikedom, stackantal och stackvolym med 95 % konfidensintervall.

Samtliga av de fyra undersökta variablerna hade högre medelvärden i *P. sylvestris* än i *P. contorta*. Inget av de statistiska testen visade någon signifikant skillnad mellan *P. contorta* och *P. sylvestris*. Dock har artrikedom och stackar/ha ett P-värde under 0,05 vilket betyder att de hade varit signifikanta om de hade undersökts enskilt och inte justerats enligt Bonferroni-korrigeringsmetoden.

Tabell 2. Sammanställning av de statistiska testen. Abundansen är per fälla

	<i>Pinus contorta</i>	<i>Pinus sylvestris</i>	Differens	P-värde	Signifikansnivå
Abundans	133,10	159,60	-26,50	0,977	0,0125
Artrikedom	4,33	5,27	-0,934	0,038*	0,0125
Stackar/ha	0,48	0,97	-0,494	0,045*	0,0125
Stackvolym/ha	244,00	458,00	-214,00	0,147	0,0125

* P<0,05. Signifikant utan Bonferronikorrigeringsmetoden

4. DISKUSSION

4.1. Diskussion

Stackvolym hade p-värde 0,147 och volymen är generellt sett högre i *Pinus sylvestris*, med 458 liter/ha jämfört med 244 liter/ha i *Pinus contorta*. Stackantal per hektar hade p-värde 0,045 och även här är det fler i *P. sylvestris* med 0,97 stackar/ha jämfört med 0,48 i *P. contorta*. Möjliga förklaringar är att myrorna inte tycks använda barr från *P. contorta* (Jon Andersson pers. komm.), medan de använder barr från *P. sylvestris*. Det leder till att myrorna bör ha betydligt mer byggnadsmaterial i *P. sylvestris* än i *P. contorta* och det i sin tur leder till större stackar. Det finns även morfologiska skillnader mellan trädslagen som påverkar ljusinsläppet. Bestånd av *contorta* är mer slutna och släpper därför igenom mindre solljus (Skogsstyrelsen 2009) vilket missgynnar myror som föredrar att bygga stackar på ljusare ställen (Kilpeläinen et al. 2008). Dessutom hittade Roberge och Stenbacka (2014) betydligt mer av rovskalbaggen *Zyras humeralis*, som är specialist på att äta myror, i bestånd av *P. sylvestris*. Det kan förklaras av att det finns mer myror i *P. sylvestris* än i *P. contorta*.

Artrikedomen var något högre i medeltal i *P. sylvestris* (5,27 per bestånd) jämfört med *P. contorta* (4,33). Dock kan konstateras att 96 % av myrorna som hittades i båda bestånden utgjordes av tre arter ur *Formica rufa*-gruppen. Många av de andra arterna som påträffades hittades endast i enstaka exemplar. Artrikedomen för ett bestånd räknas som det totala antalet arter som påträffats där, oavsett antal individer. I tabell 1 kan utläsas att av de 11 myrarter som hittades var det fler myror i *P. sylvestris* i 8 av 11 arter. Om de tre arterna där endast en individ hittades räknas bort hade *P. sylvestris* fler myror i 7 av 8 arter. Alltså endast en myrart (*Formica lugubris*) där det var fler i *P. contorta* räknat i totalt antal myror.

Abundansen av myror i *P. contorta* var i medel 133,1 per fälla medan den var 159,6 per fälla i *P. sylvestris*, med ett p-värde på 0,977. Den totala summan var 17 002 i *P. contorta* och 23 530 i *P. sylvestris*. Nästan hela skillnaden ligger i arterna *Formica aquilonia/polystena*. De flesta av myrorna tillhörde *Formica rufa*-gruppen, vilket stödjer tidigare studiers slutsats om deras dominans i den boreala skogen. Förklaringen till att abundansen är högre i *P. sylvestris* än i *P. contorta* kan delvis vara att antalet stackar- och stackvolym/ha är högre. Fler stackar och högre stackvolym bör innebära att fler myror finns i beståndet. Det i sin tur innebär att sannolikheten är högre för myror att hamna i fallfällorna. Emellertid är det inte hela förklaringen då skillnaden i stackar/ha och stackvolym/ha inte är signifikant.

Anledningen till att det inte blev någon signifikant skillnad i någon av de fyra kategorierna kan vara flera. En kan vara att variansen är så pass stor att det inte blir signifikant. Detta på grund av myrornas natur att befinna sig ojämnt fördelat i landskapet. Hur många myror som ramlar ner i en fälla beror mycket på hur nära en myrstack den råkar placeras eller om den ligger mitt på en myrstig. Det hade

alltså behövts ett större material, i detta fall fler provytor samt fler fallfällor per provyta. Hade det varit fler så hade variansen blivit mindre och då hade differensen vägt mer än variansen. Detta eftersom trenden visar tydligt att det är mer av allt i *P. sylvestris*. Det är viktigt att ha i åtanke att utan Bonferroni-korrigeringen så hade artrikedomen och antalet stackar blivit signifikanta, vilket trenden också visar.

En annan anledning till att det inte blev signifikant skillnad kan vara att landskapet inte är präglat av contorta, vilket har konstaterats ha betydelse. Bestånden i försöket varierar i storlek och är för contorta i medeltal $17,5 \pm 4,6$ (SD) hektar samt $19,6 \pm 12,5$ hektar för vanlig tall. Fragmenterade contortabestånd har mindre effekt på biologisk mångfald än vad ett contortapräglat landskap har. Ju mindre bestånden är, desto större andel av beståndet påverkas av en kanteffekt (Engelmark 2011; Skogsstyrelsen 2019). Alltså, om ett contortabestånd är omgivet av gran och tall så kommer en del av myrorna att söka efter föda där. Däremot, om det är mitt i ett stort contortaområde så har de inte den möjligheten, eftersom de är begränsade till just det trädslaget. Jon Andersson (pers. komm.) observerade att myrorna aldrig hämtade honungsdagg från *P. contorta*, utan i dessa bestånd var det ytterst nödvändigt att andra trädslag fanns tillgängliga för detta ändamål. Dessutom visar forskning ifrån Storbritannien, där *P. contorta* också har inplanterats, att två av de inhemska bladlössarterna (*Cinara pini* & *Cinara pineae*) helt ratar *P. contorta*. Det var bara isolerade alater som fanns på *P. contorta*. (Sudd 1983). Den relaskoperade trädslagsblandningen visade att bestånden inte var homogena, utan det fanns i regel inslag av andra trädslag, såsom gran, björk och övrigt löv.

Med tanke på att myrorna inte tycks använda barr från *P. contorta* (Jon Andersson, pers. komm.), samt inte heller hämtar honungsdagg från *P. contorta*, så går det inte att utesluta att *P. contorta* faktiskt påverkar myrorna starkt negativt, trots att detta inte syns i de statistiska testen. För att klargöra och undersöka om detta antagande stämmer statistiskt, behövs det göras fler undersökningar med fler lokaler. En del av de stackar som finns i *P. contorta* kan vara så kallade satellitstackar. Alltså att stackarna är en koloni till ett större myrsamhälle. 96 % av påträffade myror tillhörde arter från *Formica rufa*-gruppen. Dessa är polydoma, vilket innebär att de har flera stackar per koloni (Douwes et al. 2012). Stackarna i contortabeståndet kan därför få hjälp från stackar i närliggande *P. sylvestris* bestånd, både med mat, arbetare och byggnadsmaterial. Vilket tyder på ett komplext system (Ellis et al. 2017). Eftersom stackarna från *Formica spp* kan bli närmare hundra år så är det möjligt att stackarna har funnits där innan contortabestånden planterades i slutet av 60-talet. De har då varit kvar och fortsatt bygga med det material de kunnat tillgodose sig, det vill säga främst andra trädslag som gran, björk och tall

4.2. Slutsats

Ingen av de fyra undersökta variablerna abundans, artrikedom, stackantal eller stackvolym visade någon signifikant skillnad mellan tall och contortatall. (*Pinus contorta*). Utan en bonferronikorrigerering av signifikansnivån hade dock artrikedom samt stackar/ha varit signifikanta. Alla variablerna är däremot högre i vanlig tallskog. Det finns därmed en trend som pekar i riktningen att det finns en skillnad i myraktivitet mellan tallarterna *P. contorta* och *P. sylvestris*.

På grund av den stora variationen mellan provytorna blev resultatet osäkert. Det skulle behövas fler försök med fler provytor för att med mer säkerhet kunna besvara frågeställningen. Bestånden behöver vara större för att minska kanteffekten och risken för satellitstackar. Tidigare studier visar att artgrupper påverkas negativt av contortatallen då den skapar andra förutsättningar jämfört med den inhemska tallen och det här arbetet pekar åt samma håll. Eftersom stackmyrorna (*Formica* spp) är polydoma och polygyna påverkas de inte lika mycket av den rumsliga miljön. Sammanfattningsvis visar arbetet att det behöver göras mer forskning på området och det här arbetet kan ligga till grund för andra undersökningar och bistå med information som annars saknas.

5. REFERENSER

- Bolton, B., Cover, S.P. & Naskrecki, P. (2006). Bolton's catalogue of ants of the world 1758-2005. Cambridge (Mass.); London: Harvard University Press.
- Douwes, P., Abenius, J., Cederberg, B., Wahlstedt, U. & Artdatabanken (2012). *Nationalnyckeln till Sveriges flora och fauna. [DC 52-54], Steklar: Myrorgetingar: Hymenoptera: Formicidae-Vespidae*. Uppsala: ArtDatabanken, Sveriges lantbruksuniversitet.
- Chinery, M (1988) *Insekter i Europa*. Bonnier Fakta Bokförlag AB, Stockholm
- Ellis, S., Procter, D.S., Buckham-Bonnett, P. & Robinson, E.J.H. (2017). Inferring polydomy: A review of functional, spatial and genetic methods for identifying colony boundaries. *Insectes Sociaux*, vol. 64 (1), ss. 19–37
- Ellis, S. & Robinson, E.J.H. (2014). Polydomy in red wood ants. *Insectes Sociaux*, vol. 61 (2), ss. 111–122
- Engelmark, O. (2011). Contortatall i Sverige – ett storskaligt ekologiskt experiment. *Fakta Skog*, (Rön från Sveriges Lantbruksuniversitet • Nr 9, 2011), s. 4
- Finér, L., Jurgensen, M.F., Domisch, T., Kilpeläinen, J., Neuvonen, S., Punttila, P., Risch, A.C., Ohashi, M. & Niemelä, P. (2013). The Role of Wood Ants (*Formica rufa* group) in Carbon and Nutrient Dynamics of a Boreal Norway Spruce Forest Ecosystem. *Ecosystems*, vol. 16 (2), ss. 196–208
- Forseth, I.N. & Innis, A.F. (2004). Kudzu (*Pueraria montana*): History, Physiology, and Ecology Combine to Make a Major Ecosystem Threat. *Critical Reviews in Plant Sciences*, vol. 23 (5), ss. 401–413 Taylor & Francis
- Gibb, H. (2011). Experimental evidence for mediation of competition by habitat succession. *Ecology*, vol. 92 (10), ss. 1871–1878
- Gibb, H. & Johansson, T. (2010). Forest succession and harvesting of hemipteran honeydew by boreal ants. *Annales Zoologici Fennici*, vol. 47 (2), ss. 99–110 Finnish Zoological and Botanical Publishing Board.
- Johansson, T. & Gibb, H. (2012). Forestry alters foraging efficiency and crop contents of aphid-tending red wood ants, *Formica aquilonia*. *PloS One*, vol. 7 (3), s. e32817
- Kilpeläinen, J., Punttila, P., Finér, L., Niemelä, P., Domisch, T., Jurgensen, M.F., Neuvonen, S., Ohashi, M., Risch, A.C. & Sundström, L. (2008). Distribution of ant species and mounds (*Formica*) in different-aged managed spruce stands in eastern Finland. *Journal of Applied Entomology*, vol. 132 (4), ss. 315–325
- Larsson, R. (2015). Restoration of natural disturbances: impact on distribution and performance of dominant ants (*Formica* spp.) by fire and gap dynamics. Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet. Tillgänglig: <https://stud.epsilon.slu.se/8633/> [2020-04-28]
- Novgorodova, T.A. (2015). Organization of honeydew collection by foragers of different species of ants (Hymenoptera: Formicidae): Effect of colony size and species specificity. *European Journal of Entomology*, vol. 112 (4), ss. 688–697
- Roberge, J.-M. & Stenbacka, F. (2014). Assemblages of epigeic beetles and understory vegetation differ between stands of an introduced pine and its

- native congener in boreal forest. *Forest Ecology and Management*, vol. 318, ss. 239–249 Elsevier BV.
- Rolstad, J., Løken, B. & Rolstad, E. (2000). Habitat selection as a hierarchical spatial process: the green woodpecker at the northern edge of its distribution range. *Oecologia*, vol. 124 (1), ss. 116–129
- Rybnikova, I.A. & Kuznetsov, A.V. (2015). Complexes of *Formica* s. str. nests in the Darwin Nature Reserve and causes of their degradation. *Entomological Review*, vol. 95 (8), ss. 947–952
- Savolainen, R., Vepsäläinen, K. & Wuorenrinne, H. (1989). Ant assemblages in the taiga biome: testing the role of territorial wood ants. *Oecologia*, vol. 81 (4), ss. 481–486
- Skogsstyrelsen (2009) Regler om användning av främmande trädslag. Meddelande 7, 2009. Jönköping
- Skogsstyrelsen (2014) Skogsskötselserien del 11: Blädningsbruk. Andra upplagan. Läst 2020-04-28
- Skogsstyrelsen (2015) Forests and Forestry in Sweden. 2015. Stockholm 2015.
- Skogsstyrelsen (2019). Produktion av skogsplantor 2018. *Statistiska meddelanden*, (JO0313 SM 1901) (JO – Jordbruk, skogsbruk och fiske)
- SLU *Invasiva arter* | SLU *Artdatabanken*. *SLU.SE*. Tillgänglig: <https://www.artdatabanken.se/arter-och-natur/biologisk-mangfald/frammande-arter/invasiva-arter/> [2020-04-27]
- Southern, H.N. & Watson, J.S. (1941). Summer Food of the Red Fox (*Vulpes vulpes*) in Great Britain: A Preliminary Report. *Journal of Animal Ecology*, vol. 10 (1), ss. 1–11 [Wiley, British Ecological Society].
- Sudd, J.H. (1983). The distribution of foraging wood-ants (*Formica lugubris* Zett.) in relation to the distribution of aphids. *Insectes Sociaux*, vol. 30 (3), ss. 298–307
- Swenson, J.E., Jansson, A., Riig, R. & Sandegren, F. (1999). Bears and ants: myrmecophagy by brown bears in central Scandinavia. *Canadian Journal of Zoology*, vol. 77 (4), ss. 551–561 NRC Research Press.
- Thunes, K.H., Gjerde, I. & Skartveit, J. (2018). The Red Wood Ant *Formica aquilonia* (Hymenoptera: Formicidae) May Affect Both Local Species Richness and Composition at Multiple Trophic Levels in a Boreal Forest Ecosystem. vol. 55 (4–6), ss. 159–172 Finnish Zoological and Botanical Publishing.
- United Nations (n.d.). Sustainable Development Goals. Tillgänglig: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/> [2020-04-28]
- Ågren, G.I. & Knecht, M.F. (2001). Simulation of soil carbon and nutrient development under *Pinus sylvestris* and *Pinus contorta*. *Forest Ecology and Management*, vol. 141 (1), ss. 117–129 Elsevier BV.